

09/869,321

PCT/JP 00/08226

日本国特許庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

15.12.00

LD

7-22-02

#12

E&U

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

2000年 2月 7日

RECEIVED  
REC'D 12 FEB 2001  
PCT

出願番号  
Application Number:

特願2000-029281

出願人  
Applicant(s):

イビデン株式会社

RECEIVED

JUN 28 2002

TECHNOLOGY CENTER R3700

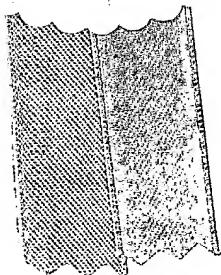
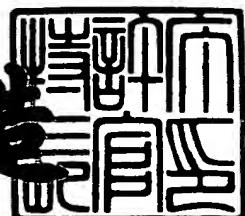
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2001年 1月 26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3114944

【書類名】 特許願  
【整理番号】 H11YAHPO25  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H05B 3/14  
【発明者】  
【住所又は居所】 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社内  
【氏名】 周 延伶  
【特許出願人】  
【識別番号】 000000158  
【氏名又は名称】 イビデン株式会社  
【代表者】 岩田 義文  
【代理人】  
【識別番号】 100086586  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 安富 康男  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100104813  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 古谷 信也  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100108431  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 村上 加奈子  
【先の出願に基づく優先権主張】  
【出願番号】 平成11年特許願第332800号  
【出願日】 平成11年11月24日  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 033891  
【納付金額】 21,000円

特2000-029281

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9705255  
【ブルーフの要否】 要

RECEIVED

JUN 28 2002

TECHNOLOGY CENTER R3700

【書類名】 明細書

【発明の名称】 セラミックヒータ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 セラミック基板表面に1または2以上の回路からなる抵抗発熱体が配設され、該抵抗発熱体に絶縁性被覆体が設けられてなることを特徴とするセラミックヒータ。

【請求項2】 前記絶縁性被覆体は、前記回路が形成された部分を含む領域一帯に設けられている請求項1に記載のセラミックヒータ。

【請求項3】 前記セラミック基板は、窒化物焼結体からなる請求項1または2に記載のセラミックヒータ。

【請求項4】 前記絶縁性被覆体は、酸化物ガラスからなる請求項1～3のいずれか1に記載のセラミックヒータ。

【請求項5】 前記絶縁性被覆体は、耐熱性樹脂材料からなる請求項1～3のいずれか1に記載のセラミックヒータ。

【請求項6】 前記耐熱性樹脂材料は、ポリイミド系樹脂、及び、シリコーン系樹脂から選ばれる1種以上である請求項5記載のセラミックヒータ。

【請求項7】 前記抵抗発熱体が形成された側の反対側が加熱面である請求項1～6のいずれか1に記載のセラミックヒータ。

【請求項8】 前記絶縁性被覆体は、2以上の回路からなる抵抗発熱体を一体的に被覆する請求項1～7のいずれか1に記載のセラミックヒータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、主として半導体産業において使用される半導体の製造または検査用のセラミックヒータに関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体応用製品は、種々の産業において必要とされる極めて重要な製品であり、その代表的製品である半導体チップは、例えば、シリコン単結晶を所定の厚さに

スライスしてシリコンウエハを作製した後、このシリコンウエハ上に種々の回路等を形成することにより製造される。

#### 【0003】

この種々の回路等を形成するには、シリコンウエハ上に、感光性樹脂を塗布し、これを露光、現像処理した後、ポストキュアさせたり、スパッタリングにより導体層を形成する必要がある。このためには、シリコンウエハを加熱する必要があった。

#### 【0004】

かかるシリコンウエハ等の半導体ウエハをヒータ上に載置して加熱するためのこの種のヒータとしては、従来、アルミニウム製の基板の裏面側に電気的抵抗体等の抵抗発熱体を備えたものが多用されていたが、アルミニウム製の基板は、厚さ15mm程度を要するので、重量が大きくて嵩張るため取扱いの便が必ずしも良好でないばかりか、通電電流に対する温度追従性という点での温度制御性が不充分であり、半導体ウエハを均一に加熱することも容易ではなかった。

#### 【0005】

また、かかる半導体製造装置で用いるヒータは、抵抗発熱体の表面が、半導体製造装置の使用の際に光熱や処理ガス等の影響を受けやすいので、抵抗発熱体表面の酸化に対する耐久性が要求される。

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、前述した問題点に鑑みてなされたものであり、セラミック基板をヒータの基材とし、温度制御性が良好であるとともに、耐酸化性等の耐久性に優れた、抵抗発熱体を備えたセラミックヒータを提供することを目的とする。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明のセラミックヒータは、セラミック基板上に1または2以上の回路からなる抵抗発熱体が配設され、該抵抗発熱体に絶縁性被覆体が設けられてなることを特徴とするものである。

#### 【0008】

かかるセラミックヒータにおいては、抵抗発熱体の表面にメッキ等により金属被膜を形成する代わりに、絶縁性被覆体が設けられているので、抵抗発熱体に30～300V程度の通電を行った際、抵抗発熱体の表面に電流が流れてしまうことはなく、この絶縁性被覆体により抵抗発熱体を保護することができる。また、通電により、抵抗発熱体の表面の温度が上昇した場合にも、抵抗発熱体が絶縁性被覆体により被覆されているため、酸化しにくく、抵抗発熱体の抵抗の変化等を防止することができる。

#### 【0009】

上記絶縁性被覆体が、上記回路が形成された部分を含む領域一帯に、特に、2以上の回路からなる抵抗発熱体を一体的に被覆して設けられた場合には、上記した効果を奏するとともに、抵抗発熱体を構成する金属（例えば、銀等）のマイグレーションにより、抵抗発熱体に短絡等が発生するのを防止することができる。また、上記領域に絶縁性被覆体を形成する際にも、上記回路が形成された部分を含む領域一帯に、スクリーン印刷等により容易に被覆層を形成することができるため、被覆コストが削減され、安価なヒータとなる。

#### 【0010】

本発明のセラミックヒータを構成するセラミック基板は、窒化物焼結体からなることが好ましい。窒化物焼結体は、抵抗発熱体の発熱を伝導する熱伝導性が優れており、しかも半導体製造装置内の処理ガスに対する耐蝕性が優れているので、ヒータ用基板に好適であるからである。

#### 【0011】

本発明のセラミックヒータでは、上記絶縁性被覆体を酸化物ガラスにより構成することができる。これらの用途に適用できる酸化物ガラスは、セラミック基板および抵抗発熱体に対する密着強度が大きく、化学的に安定であり、しかも電気絶縁性が良好であるからである。

#### 【0012】

また、本発明のセラミックヒータでは、上記絶縁性被覆体を耐熱性樹脂材料により構成することができる。これらの用途に適用できる耐熱性樹脂材料も、セラミック基板および抵抗発熱体に対する密着強度が大きく、電気絶縁性が良好であり

、比較的低温で形成することができるからである。尚、耐熱性とは、150℃以上で使用可能であることをいう。

#### 【0013】

上記耐熱性樹脂材料としては、ポリイミド系樹脂またはシリコーン系樹脂のうち少なくとも1種以上を選択することができる。

#### 【0014】

また、本発明のセラミックヒータでは、抵抗発熱体が形成された側の反対側が加熱面であり、この加熱面側で半導体ウエハを処理することが望ましい。抵抗発熱体で発生した熱は、セラミック基板を伝搬するうちに拡散するため、抵抗発熱体パターンに相似した温度分布が発生しにくくなり、加熱面の均熱性を確保することができるからである。

半導体ウエハは、加熱面に載置してもよく、支持ピン等により加熱面から50～200μm程度離間させて保持して加熱してもよい。

なお、特開平6-13161号公報には、セラミック基板を樹脂で被覆した構造が開示されているが、この公報では、発熱体上に被加熱物を載置するものあり、本発明とは全く思想を異にする。

#### 【0015】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明のセラミックヒータの実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

#### 【0016】

図1は、本発明のセラミックヒータの一実施形態を模式的に示した底面図であり、図2は、上記セラミックヒータの部分拡大断面図である。

このセラミックヒータ10では、絶縁性の窒化物セラミックまたは炭化物セラミックからなる板状のセラミック基板11を用い、このセラミック基板11の一主面に略線条状の抵抗発熱体12を、例えば、図1に示した同心円形状に配設することにより、回路を形成し、他の主面（以下、加熱面という）11aにシリコンウエハ19等の被加熱物を載置し、または、加熱面11aより一定の距離で離間させた状態で保持し、加熱するようにしたものである。

## 【0017】

図2に示すように、このセラミック基板11の中央に近い部分には貫通孔15が形成され、この貫通孔15に支持ピン16が挿通されてシリコンウェハ19が支持されるようになっている。また、底面11bには、熱電対等の温度測定素子を挿入するための有底孔14が形成されている。

## 【0018】

このセラミックヒータ10においては、図2に示したように、この抵抗発熱体12の表面部分に、所定の厚さからなる絶縁性被覆体17を設けることにより、耐酸化性等の耐久性を向上させているのである。なお、このセラミックヒータ10では、抵抗発熱体12の端部に外部端子13が接続され、この外部端子13の一部にも絶縁性被覆体17が形成されているが、これは、通常、抵抗発熱体12の端部に外部端子13を接続した後、絶縁性被覆体17を形成した場合である。

## 【0019】

外部端子13を接続する前に絶縁性被覆体17を形成する場合には、外部端子13を接続する部分に絶縁性被覆体17を設けることができない。従って、この場合には、外部端子13が接続されている部分には、通常、絶縁性被覆体17が形成されていない。但し、外部端子13を接続した後、再度被覆を行い、外部端子13が接続された部分に絶縁性被覆体17を形成してもよい。

## 【0020】

従来、抵抗発熱体をセラミック基板表面に形成したセラミックヒータでは、抵抗発熱体の露出した表面から熱が放散してしまい、投入電力に対して加熱面の温度が上がらないという改良すべき点があったが、本発明では、絶縁性被覆体17が形成されているため、抵抗発熱体12からの熱放散が少なく、投入電力に対して効率よく発熱し、高い表面温度を確保することができる。

## 【0021】

絶縁性被覆体17としては、酸化物系ガラス材料、または、ポリイミド系樹脂、シリコーン系樹脂等の耐熱性を有する電気絶縁性の合成樹脂（以下、耐熱性樹脂という）を用いることができる。これらの材料は、1種類だけ用いてもよく、2種類以上を併用（重層して形成等）してもよい。尚、これらの材料については、

後述する。

【0022】

また、以下の説明では、セラミック基板の基材として窒化アルミニウム焼結体基板を用いる場合を説明するが、基材は、勿論、窒化アルミニウムに限定されるものではなく、その材質の例として、例えば、炭化物セラミック、酸化物セラミック、窒化アルミニウム以外の窒化物セラミック等を挙げることができる。

【0023】

上記炭化物セラミックの例としては、例えば、炭化珪素、炭化ジルコニア、炭化チタン、炭化タンタル、炭化タングステン等の金属炭化物セラミックを挙げることができ、上記酸化物セラミックの例としては、アルミナ、ジルコニア、ヨージェライト、ムライト等の金属酸化物セラミックを挙げることができる。さらに、上記窒化物セラミックの例としては、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化ホウ素、窒化チタン等の金属窒化物セラミックを挙げることができる。

【0024】

これらのセラミック材料のうち、一般的には、窒化物セラミック、炭化物セラミックの方が、熱伝導率が高いので、酸化物セラミックよりも好ましい。尚、これらの焼結体基板の材質は、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

【0025】

窒化アルミニウムに代表される窒化物セラミックや、他の炭化物セラミックを用いたセラミックヒータは、これらセラミック材料の熱膨張係数が金属よりも小さいことに加えて、剛性が高いので、厚さが薄い場合であっても加熱による反りや歪みが生じることはなく、ヒータ基板を、アルミニウム等の金属材料のものよりも薄くて軽量のものとすることができます。とりわけ、窒化アルミニウムは、熱伝導率に優れ、しかも、半導体製造装置内の光熱の影響を殆ど受けず、処理ガス等に対する耐蝕性が優れているので、ヒータとして好適に使用することができる。

【0026】

抵抗発熱体12は、貴金属（金、銀、白金、パラジウム）、鉛、タングステン、モリブデン、ニッケル等の金属の粒子を含む導体ペーストをセラミック基板の表

面に塗布して所定パターンの導体ペースト層を形成した後、焼き付けて金属粒子を焼結させることにより形成する。この金属粒子の焼結は、金属粒子同士および金属粒子とセラミック基板とが融着していれば充分である。なお、抵抗発熱体12は、タンゲステンカーバイト、モリブデンカーバイト等の導電性セラミックの粒子を用いて形成してもよい。

#### 【0027】

抵抗発熱体12を形成する際、その形状（線幅や厚さ）をコントロールすることにより、抵抗値を種々の値に設定することができる。また、よく知られている通り、幅を狭くとる程、また、厚さを薄くする程、抵抗値を高くすることができる。抵抗発熱体の形態は、有幅の略直線または曲線であるが、幾何学的に厳密な直線や曲線であることを要さず、また、直線と曲線の組み合わせであってもよい。

#### 【0028】

絶縁性被覆体の材料である酸化物系ガラス材料は、素材自体が高い電気絶縁性を有し、セラミック基板および抵抗発熱体に対する密着強度が大きく、化学的に安定であるので、セラミック基板との安定な界面および抵抗発熱体との安定な界面を構成することができる。

#### 【0029】

その具体的な組成の例としては、例えば、ZnOを主成分とする $ZnO-B_2O_3-SiO_2$ 、PbOを主成分とする $PbO-SiO_2$ 、 $PbO-B_2O_3-SiO_2$ 、 $PbO-ZnO-B_2O_3$ 等を挙げることができる。これらの酸化物系ガラス材料は、結晶性の部分が存在してもよい。これらガラス材料のガラス転移点は、400～700°Cであり、熱膨張係数が4～9 ppm/°Cである。

#### 【0030】

また、絶縁性被覆体の材料である耐熱性樹脂材料も、電気絶縁性が良好で、セラミック基板および抵抗発熱体に対する密着強度が大きく、セラミック基板との安定な界面および抵抗発熱体との安定な界面を構成することができる。また、この耐熱性樹脂材料を用いることにより、比較的低温で絶縁性被覆体を形成することができる。絶縁性被覆体を形成する際には、抵抗発熱体表面に塗布し、乾燥固化するだけでよいので、低成本で容易に形成することができる。ここで、耐熱性

とは150℃以上の温度で使用可能であることをいうものとし、このとき、高分子の劣化等が生じない。

#### 【0031】

その具体的な例として、例えば、ポリイミド系樹脂、シリコーン系樹脂等を挙げることができる。ポリイミド系樹脂は、カルボン酸誘導体とジアミンとの反応によって得られる高分子化合物であり、200℃以上の耐熱性を有し、広い温度範囲で使用することができる。また、シリコーン系樹脂は、ポリシロキサンの側鎖のアルキル基としてメチル基やエチル基を配したものであり、耐熱性に優れるとともにゴム弾性も有し、抵抗発熱体およびセラミック基板に対する密着性が良好で、150～250℃程度の比較的低温で乾燥固化させることにより絶縁性被覆体を成形することができる。

#### 【0032】

このセラミックヒータ10では、抵抗発熱体12の表面部分に絶縁性被覆体17が形成されており、この絶縁性被覆体17の厚さは、酸化物ガラスの場合は5～20μm、耐熱性樹脂の場合は10～30μmであることが望ましい。

#### 【0033】

セラミックヒータ10では、加熱した後、常温に戻すための冷却が必要になるが、絶縁性被覆体17が厚すぎると冷却に時間がかかる、生産性が低下してしまい、逆に薄すぎると、耐酸化性が低下し、露出した抵抗発熱体表面からの放熱に起因して加熱面の温度も下がってしまう。

#### 【0034】

このように、抵抗発熱体表面に絶縁性被覆体を設けると、これらの材料が電気絶縁性に優れることから、抵抗発熱体に30～300V程度の通電を行った際でも、絶縁性被覆体を漏れ電流が流れてしまうことがなく、抵抗発熱体表面を保護することができる。

#### 【0035】

さらに、上述したセラミック基板は、熱伝導率が高く、厚さの薄いものを形成し得るので、セラミック基板の表面温度が抵抗発熱体の温度変化に対して迅速に追従し、その結果、このセラミックヒータ10は、温度制御性や耐久性に優れたも

のとなる。

#### 【0036】

図3は、本発明のセラミックヒータの別の実施形態を模式的に示した底面図であり、図4は、上記セラミックヒータの部分拡大断面図である。

このセラミックヒータ20では、図1に示したセラミックヒータ10の場合と同様に、板状のセラミック基板21を用い、このセラミック基板21の一主面に略線条状の抵抗発熱体22（22a～22f）を、図1に示した同心円形状に配設することにより、回路を形成し、他の主面に被加熱物を載置または保持し、加熱するようにしたものである。

#### 【0037】

そして、このセラミックヒータ20では、上記回路が形成された部分を含む領域、すなわち、回路同士の間隔が比較的広い抵抗発熱体22a、22b、22cでは、回路を構成する抵抗発熱体で挟まれた領域及びその周辺領域一帯に、絶縁性被覆体27a、27b、27cが設けられており、一方、回路同士の間隔が狭い抵抗発熱体22d、22e、22fでは、回路を構成する抵抗発熱体で挟まれた領域とその周辺および各回路間の領域全体に、絶縁性被覆体27dが設けられている。

#### 【0038】

このような構成からなるセラミックヒータ20においては、図1に示したセラミックヒータ10の場合と同様の効果を奏するほか、抵抗発熱体22に含まれる金属粒子（例えば、銀粒子）のマイグレーションにより隣り合った回路に短絡が生じるのを防止することができる。また、絶縁性被覆体27を形成する際にも、スクリーン印刷等により、一定領域に塗布層を形成し、加熱等を行って絶縁性被覆体27を形成すればよいので、比較的容易にかつ効率よく形成することができ、被覆コストが削減され、安価なヒータとなる。

#### 【0039】

絶縁性被覆体17としては、図1に示したセラミックヒータの場合と同様、酸化物系ガラス材料、または、ポリイミド系樹脂、シリコーン系樹脂等の耐熱性樹脂の何れかを用いることができる。

## 【0040】

また、セラミック基板の基材の材質は、図1に示したセラミックヒータの場合と同様、例えば、炭化物セラミック、酸化物セラミック、窒化物セラミック等を用いることができる。

抵抗発熱体22の材質も、図1に示したセラミックヒータ10の場合と同様のものを用いることができ、図1に示したセラミックヒータ10の場合と同様の方法を用いて抵抗発熱体22を形成することができる。

## 【0041】

このセラミックヒータ20において、絶縁性被覆体27の厚さ（抵抗発熱体22の表面からの厚さ）は、図1に示したセラミックヒータ10の場合と同様であるのが望ましく、抵抗発熱体22が形成されていない部分のセラミック基板21の底面からの厚さは、酸化物ガラスの場合は10～30μm、耐熱性樹脂の場合は10～50μmであることが望ましい。

## 【0042】

## 【実施例】

本発明に係るセラミックヒータの具体例および製造方法について説明する。以下の説明においては、工程条件は、あくまで一例を示すものであり、試料の大きさや処理量等によって適宜の変更を伴って設定することができる。

## 【0043】

## 実施例1

窒化アルミニウム粉末（平均粒径1.1μm）100重量部、イットリア（平均粒径0.4μm）4重量部、アクリル系樹脂バインダ12重量部、および、アルコールを混合混練してスラリーを形成した後、スプレードライ法によって該スラリーの噴霧を行い、顆粒状粉末とした。

## 【0044】

次に、この顆粒状粉末を成形用金型に投入し、平板状に成形することにより生成形体を形成し、この生成形体を約1800℃、圧力200kg/cm<sup>2</sup>の条件でホットプレスし、厚さ3mmの窒化アルミニウムからなる板状焼結体を得た。これを直径210mmの円板状に切り出してセラミックヒータ用のセラミック基板

11(図1参照)とした。

【0045】

次に、セラミック基板11に、半導体ウェハ用の支持ピン16を挿通するための貫通孔15と、熱電対を埋め込むための有底孔14となる部分をドリル加工によって穿設した。

【0046】

上記加工の終わったセラミック基板11に、例えば、図1に示したパターン状に線条状の抵抗発熱体12が形成されるようにスクリーン印刷法により導体ペーストを印刷した。ここで用いた導体ペーストは、徳力化学研究所製のソルペストPS603D(商品名)であり、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素およびアルミナの混合物からなる金属酸化物(重量比は、この順に、5/55/10/25/10)を銀の量に対して7.5重量%含有する、いわゆる銀ペーストである。ちなみに銀の平均粒径は4.5μmであり、形状は鱗片状のものが主体であった。

【0047】

このように導体ペーストを印刷したセラミック基板11を780℃で加熱焼成して導体ペースト中の銀を焼結させるとともに、セラミック基板11に焼き付けた。このとき、銀焼結体により形成した抵抗発熱体12は、その厚さが約10μm、幅約2.4mm、面積抵抗が5mΩ/□であった。

【0048】

この後、抵抗発熱体12の表面に酸化物系ガラス材料からなる絶縁性被覆体17を形成した。

まず、PbO30重量%、SiO<sub>2</sub>50重量%、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>15重量%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>3重量%、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>2重量%からなる組成のガラス粉末87重量部に、ビヒクル3重量部、溶剤10重量部を添加してペースト状混合物を調製した。

【0049】

次に、このペースト状混合物を用いて、抵抗発熱体12の表面を覆うようにスクリーン印刷を行い、ペースト状混合物の層を形成した。この後、このペースト状混合物を120℃で乾燥、固着させ、空気雰囲気中、680℃、10分間の条件

で加熱することにより抵抗発熱体12の表面およびセラミック基板11に融着させ、絶縁性被覆体17を形成した。このとき、絶縁性被覆体17の厚さは $10\mu m$ であった。但し、抵抗発熱体12からなる回路両端の外部端子13接続部分には、絶縁性被覆体17を形成しなかった。従って、外部端子近傍の被覆状態は、図2に示したセラミックヒータ10とは異なる。

尚、加熱して融着させる際に、あらかじめ絶縁性被覆体17の形状に適合しうる形状に仮成形しておき、この仮成形体を抵抗発熱体12上に載置し、加熱する方法でもよい。

#### 【0050】

次に、抵抗発熱体12の外部端子13を取付ける部分に、スクリーン印刷法により銀含有鉛はんだペースト（田中貴金属工業株式会社製）を印刷してはんだ層を形成し、さらに、このはんだ層の上にコバルト製の外部端子13を載置して $420^{\circ}C$ で加熱リフローし、外部端子13を抵抗発熱体12の両端部分に接続、固定させた。

なお、図2に示したように、先に抵抗発熱体12と外部端子13とを接続し、この後、外部端子13が形成された抵抗発熱体12の部分をも被覆するように絶縁性被覆体17を形成してもよい。

#### 【0051】

この後、温度制御のための熱電対（図示せず）をセラミック基板の有底孔14に埋め込み、図1、2に示したセラミックヒータ10を得た。

尚、抵抗発熱体12は所定の抵抗値を有していることから、通電が行われると、ジュール熱による発熱を生じて半導体ウェハ19を加熱する。

#### 【0052】

以上のようにして、窒化アルミニウム基板11を用いたセラミックヒータ10を製造した後、このセラミックヒータ10について、用いた絶縁性被覆体材料の熱膨張率と面積抵抗とを測定し、また、抵抗発熱体の耐酸化性を調査した。その結果を表1にまとめた。

尚、表面抵抗は、室温、D.C. 100Vの条件で測定し、耐酸化性は、 $200^{\circ}C \times 1000$ 時間のエージング後のヒータ抵抗の変化を調べることにより評価し

た。

#### 【0053】

また、マイグレーションの発生の有無の測定を以下の方法により行った。

すなわち、得られたセラミックヒータ10を温度100%で200℃まで加熱して、48時間通電し、抵抗発熱体間の金属拡散の有無を蛍光X線分析計（島津製作所社製 EPM-810S）で測定することにより行った。

#### 【0054】

##### 実施例2

酸化物系ガラス材料の代わりに耐熱性樹脂材料（ポリイミド樹脂）を用い、以下の方法により絶縁性被覆体17を形成したほかは、実施例1と同様にしてセラミックヒータを製造し、実施例1と同様に評価した。その結果を表1に示した。

#### 【0055】

すなわち、まず、芳香族ポリイミド粉末80重量%とポリアミド酸20重量%からなるペースト状または粘液状の混合物の溶液を調製した後、この混合物の溶液を、抵抗発熱体12表面を覆うように選択的に塗布し、抵抗発熱体12表面上に混合物の層を形成した。

#### 【0056】

この後、形成された混合物の層を連続焼成炉中で350℃で加熱して乾燥固化させ、抵抗発熱体12表面およびセラミック基板11に融着させた。このとき、形成された絶縁性被覆体17の厚さは10μmであった。

#### 【0057】

##### 実施例3

酸化物系ガラス材料の代わりに耐熱性樹脂材料（シリコーン系樹脂）を用い、以下の方法により絶縁性被覆体17を形成したほかは、実施例1と同様にしてセラミックヒータを製造し、実施例1と同様に評価した。その結果を表1に示した。

すなわち、メタルマスク印刷法等により、メチルフェニル系のシリコーン樹脂を抵抗発熱体12表面を覆うように選択的に塗布し、オープン中220℃で、加熱して乾燥固化させ、抵抗発熱体12表面およびセラミック基板11に融着させた。このとき、形成された絶縁性被覆体17の厚さは15μmであった。

## 【0058】

## 実施例4

本実施例では、線条状の抵抗発熱体の抵抗値を高くしたほかは、実施例1と同様にしてセラミックヒータを製造し、実施例1と同様に評価した。その結果を表1に示した。

これは、30～300Vの電圧を印加し、温度を200℃以上に昇温する場合には、抵抗値を高くする必要があるためである。

## 【0059】

抵抗発熱体用のペーストとして、銀：56.5重量%、パラジウム：10.3重量%、 $\text{SiO}_2$ ：1.1重量%、 $\text{B}_2\text{O}_3$ ：2.5重量%、 $\text{ZnO}$ ：5.6重量%、 $\text{PbO}$ ：0.6重量%、 $\text{RuO}_2$ ：2.1重量%、樹脂バインダ：3.4重量%、溶剤：17.9重量%からなるものを使用した。

抵抗発熱体パターンは、厚さ10μm、幅2.4mm、面積抵抗が150mΩ／□であった。

## 【0060】

## 実施例5

酸化物系ガラス材料の代わりに耐熱性樹脂材料（ポリイミド樹脂）を用い、実施例2で記載した方法により絶縁性被覆体17を形成したほかは、実施例4と同様にしてセラミックヒータを製造し、実施例4と同様に評価した。その結果を表1に示した。

## 【0061】

## 実施例6

酸化物系ガラス材料の代わりに耐熱性樹脂材料（シリコーン系樹脂）を用い、実施例3で記載した方法により絶縁性被覆体17を形成したほかは、実施例4と同様にしてセラミックヒータを製造し、実施例4と同様に評価した。その結果を表1に示した。

## 【0062】

## 比較例1

抵抗発熱体が形成されたセラミック基板を無電解ニッケルメッキ浴に浸漬し、抵

抗発熱体の表面に厚さ約 $1\text{ }\mu\text{m}$ のニッケル製の金属層を析出させたほかは、実施例1の場合と同様にしてセラミックヒータを製造し、実施例1と同様に評価した。その結果を表1に示した。

なお、上記ニッケルメッキ浴の各成分の濃度は、硫酸ニッケル80g/l、次亜磷酸ナトリウム24g/l、酢酸ナトリウム12g/l、ほう酸8g/l、塩化アンモニウム6g/lであった。

#### 【0063】

#### 比較例2

抵抗発熱体12表面に全く絶縁性被覆体17を形成しなかったほかは、実施例1と同様にしてセラミックヒータを製造し、実施例1と同様に評価した。その結果を表1に示した。

#### 【0064】

【表1】

	表面被覆体		表面被覆体の熱膨張率 (ppm/ $^{\circ}\text{C}$ )	表面被覆体の面積抵抗 ( $\Omega/\square$ )	耐酸化性 (200 $^{\circ}\text{C} \times 1000\text{Hr}$ での抵抗変化、%)
	種別	組成			
実施例1	酸化物ガラス	PbO-SiO <sub>2</sub> -B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5	10 <sup>16</sup>	0.2
実施例2	ポリイミド樹脂	芳香族系	12	10 <sup>15</sup>	0.3
実施例3	シリコーン樹脂	メチルフェニル系	13	10 <sup>15</sup>	0.3
実施例4	酸化物ガラス	PbO-SiO <sub>2</sub> -B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5	10 <sup>16</sup>	0.1
実施例5	ポリイミド樹脂	芳香族系	12	10 <sup>15</sup>	0.3
実施例6	シリコーン樹脂	メチルフェニル系	13	10 <sup>15</sup>	0.3
比較例1	メッキ	ニッケル	13.3	50m	3
比較例2	なし	-	-	-	20

#### 【0065】

表1に示した結果より明らかのように、本実施例1～6においては、抵抗発熱体の抵抗変化は、0.2～0.3%と小さかったのに対し、比較例1では3%と大

きくなっていた。この理由としては、ニッケルメッキ膜自体の酸化により抵抗が変動したことが挙げられるほか、ニッケルメッキ膜がポーラスであるため、酸素が拡散して内部の銀を酸化させてしまったのではないかと推定している。また、比較例2では、抵抗発熱体を被覆する層が全く形成されていないため、抵抗発熱体の抵抗変化率が20~25%と大きく実用に耐えないことが判明した。また、マイグレーションの発生については、比較例2に係るセラミックヒータで、Agのマイグレーションが発生しており、抵抗発熱体間で短絡が発生するおそれがあった。

#### 【0066】

さらに、実施例1、4に係るセラミックヒータでは、絶縁性被覆体である酸化物ガラスの熱膨張係数は5 ppm/°Cであり、窒化アルミニウムが3.5~4 ppm/°Cと両者は数値的に近く、冷熱サイクルによる膨張、収縮で抵抗発熱体を構成する金属粒子同士が離間するこにより生じる抵抗変化が耐熱性樹脂を使用した場合に比べて比較的小さい。

#### 【0067】

実施例4~6では、抵抗発熱体として、面積抵抗値が150mΩ/□であるものを使用した。この場合、絶縁性被覆体の面積抵抗が $10^{15} \sim 10^{16}\Omega/\square$ と略完全に絶縁体であるため、50~200Vの電圧を印加しても、電流は抵抗発熱体の内部を伝搬し、発熱量も大きくなるが、比較例1のようなニッケルメッキ膜を形成した場合には、ニッケルメッキ膜の面積抵抗が50mΩ/□と抵抗発熱体より小さく、電流は抵抗値がより低い部分を伝搬することから、電流はニッケルメッキ膜を伝搬してしまい、発熱量が小さくなってしまう。

#### 【0068】

#### 実施例7

実施例1の場合と同様にして、セラミックヒータ用のセラミック基板21を作製し、半導体ウエハ用の支持ピン16を挿通するための貫通孔25と、熱電対を埋め込むための有底孔24となる部分をドリル加工によって穿設した。

#### 【0069】

次に、上記加工の終わったセラミック基板21の底面に、実施例1と同じ材料を

用い、図3に示した形状の抵抗発熱体22a～22fを形成した。

#### 【0070】

この後、図3に示したように、抵抗発熱体22a、22b、22cでは、回路を構成する抵抗発熱体で挟まれた領域及びその周辺領域一帯に、酸化物系ガラス材料からなる絶縁性被覆体27a、27b、27cを設け、抵抗発熱体22d、22e、22fでは、回路を構成する抵抗発熱体で挟まれた領域とその周辺および各回路間の領域全体に、同様の材料からなる絶縁性被覆体27dを設けた。

上記酸化物系ガラス材料の組成は、実施例1の場合と同様であり、絶縁性被覆体27の形成方法は、塗布した領域が上記のように広域にわたったほかは実施例1の場合と同様である。但し、回路の両端の外部端子を接続する部分には、絶縁性被覆体27を形成しなかった。

#### 【0071】

この後、温度制御のための熱電対（図示せず）をセラミック基板の有底孔24に埋め込み、図3、4に示したセラミックヒータ20を得た。

以上のようにして、窒化アルミニウム基板21を用いたセラミックヒータ20を製造した後、このセラミックヒータ20について、用いた絶縁性被覆体材料の熱膨張率と面積抵抗とを測定し、また、表面抵抗耐酸化性を調査した。その結果を表2に示した。

尚、表面抵抗の測定条件および耐酸化性の評価方法は、実施例1と同様である。

#### 【0072】

#### 実施例8

酸化物系ガラス材料の代わりに耐熱性樹脂材料（ポリイミド樹脂）を用い、以下の方法により絶縁性被覆体27を形成したほかは、実施例7と同様にしてセラミックヒータを製造し、実施例7と同様に評価した。その結果を表2に示した。

#### 【0073】

すなわち、まず、芳香族ポリイミド粉末80重量%とポリアミド酸20重量%からなるペースト状または粘液状の混合物の溶液を調製した後、この混合物の溶液を、実施例7の場合と同様の領域に塗布し、連続焼成炉中で350℃で加熱して乾燥固化させ、絶縁性被覆体27a～27dを形成した。

【0074】

## 実施例9

酸化物系ガラス材料の代わりに耐熱性樹脂材料（ポリイミド樹脂）を用い、以下の方法により絶縁性被覆体27を形成したほかは、実施例7と同様にしてセラミックヒータを製造し、実施例7と同様に評価した。その結果を表2に示した。

【0075】

すなわち、メタルマスク印刷法等により、メチルフェニル系のシリコーン樹脂を実施例7の場合と同様の領域に塗布し、オープン中220°Cで加熱して乾燥固化させ、絶縁性被覆体27a～27dを形成した。

【0076】

【表2】

	表面被覆体		表面被覆体の熱膨張率 (ppm/°C)	表面被覆体の面積抵抗 (Ω/□)	耐酸化性 (200°C × 1000Hrでの抵抗変化、%)
	種別	組成			
実施例7	酸化物ガラス	PbO-SiO <sub>2</sub> -B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5	10 <sup>16</sup>	0.2
実施例8	ポリイミド樹脂	芳香族系	12	10 <sup>15</sup>	0.3
実施例9	シリコーン樹脂	メチルフェニル系	13	10 <sup>15</sup>	0.3

【0077】

表2に示した結果より明らかなように、本実施例7～9においても、絶縁性被覆体の面積抵抗は、10<sup>15</sup>～10<sup>16</sup>Ω/□と大きく、このような絶縁性被覆体により被覆された抵抗発熱体の抵抗変化は、0.2～0.3%と小さかった。

また、実施例8、9において耐酸化性の試験を行った後、絶縁性被覆体27を強制的にセラミック基板の表面から剥離させ、抵抗発熱体の表面から銀等の金属のマイグレーションが発生していないかを実施例1と同様にして観察したが、マイグレーションは全く発生していなかった。

【0078】

以上のように、本発明のセラミックヒータは、抵抗変化率が小さく、温度制御性

に優れる。また、半導体製造装置内での反応性ガスに対する耐腐食性も優れてい  
る。

さらに、絶縁性被覆体が絶縁体であるため、抵抗発熱体の抵抗値を高くしても、  
電流が絶縁性被覆体を流れることはなく、150℃以上の使用領域を持つヒータ  
を得ることができる。

#### 【0079】

また、絶縁性被覆体として酸化物ガラスを使用した場合は、酸化物ガラスとセラ  
ミック基板との密着性に優れ、また熱膨張率も小さいため、クラックが発生しにくく、同時に抵抗発熱体の抵抗変化率も小さい。

さらに、絶縁性被覆体として耐熱性樹脂を使用した場合は、比較的低温で絶縁性  
被覆体を形成することができる。

このように、本発明は、200～400℃までの中温用、400～800℃の高  
温用のヒータとして最適である。

#### 【0080】

##### 【発明の効果】

以上の説明のように、本発明に係るセラミックヒータは、抵抗変化率が小さく、  
温度制御性に優れる。また、半導体製造装置内での反応性ガスに対する耐腐食性  
も優れ、しかも絶縁性被覆体が絶縁体であるため、抵抗発熱体の抵抗値を高くす  
ることもでき、中温用、高温用のヒータとして使用することができる。

また、抵抗発熱体が形成された部分を含む所定の領域一帯に絶縁性被覆体を形成  
した場合には、上記した効果を奏するとともに、銀等の金属のマイグレーション  
を防止することができる。また、被覆が容易であるため、絶縁性被覆体を形成す  
るコストを削減することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明に係るセラミックヒータの一実施形態を模式的に示す底面図である。

##### 【図2】

図1に示したセラミックヒータの一部分を示す部分拡大断面図である。

##### 【図3】

本発明に係るセラミックヒータの別の実施形態を模式的に示す底面図である。

【図4】

図3に示したセラミックヒータの一部分を示す部分拡大断面図である。

【符号の説明】

10、20 セラミックヒータ

11、21 セラミック基板

11a、21a 加熱面

11b、21b 底面

12、22 (22a、22b、22c、22d) 抵抗発熱体

13、23 外部端子

14、24 有底孔

15、25 貫通孔

16 支持ピン

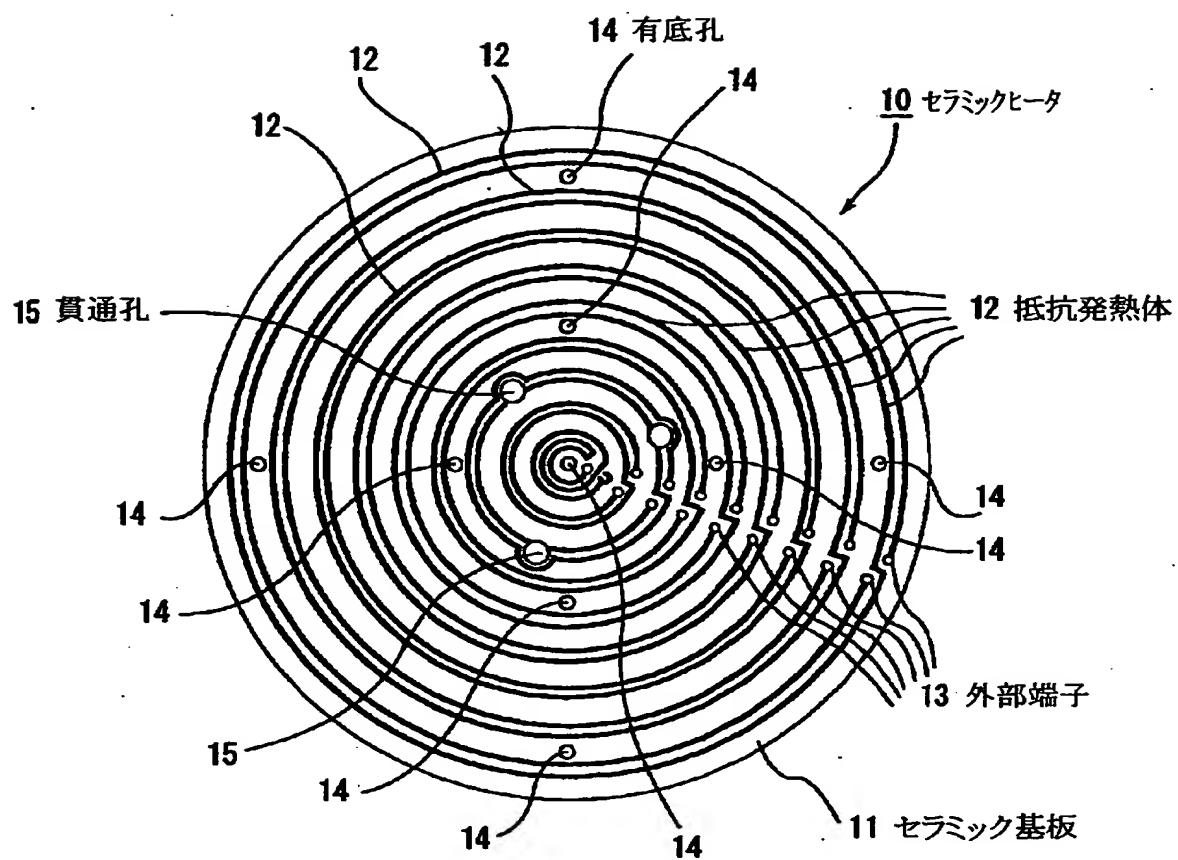
17、27 (27a、27b、27c、27d) 絶縁性被覆体

19 シリコンウエハ

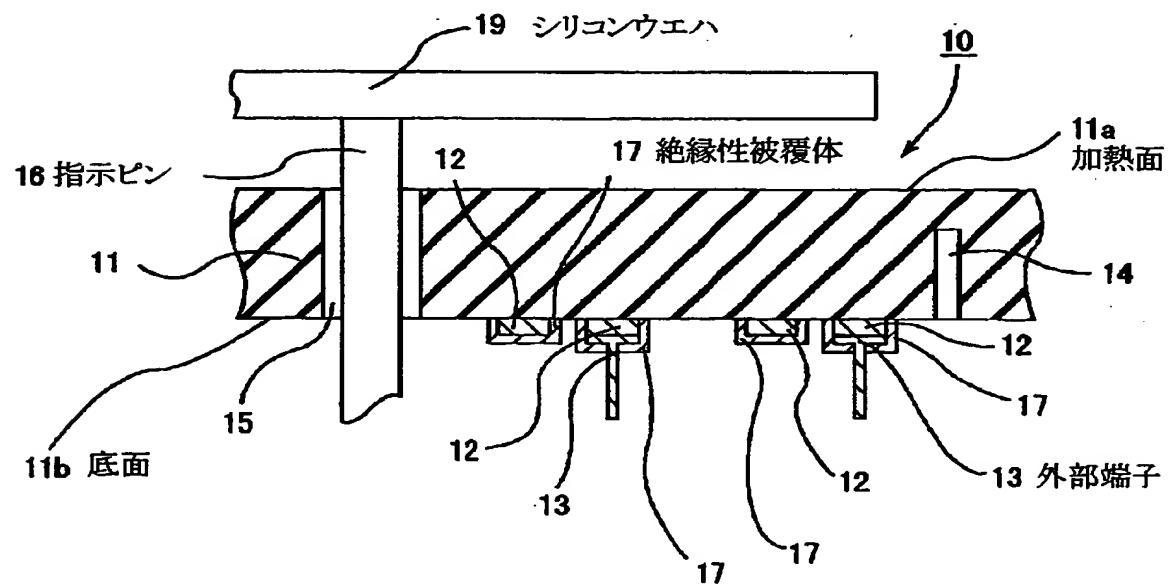
【書類名】

図面

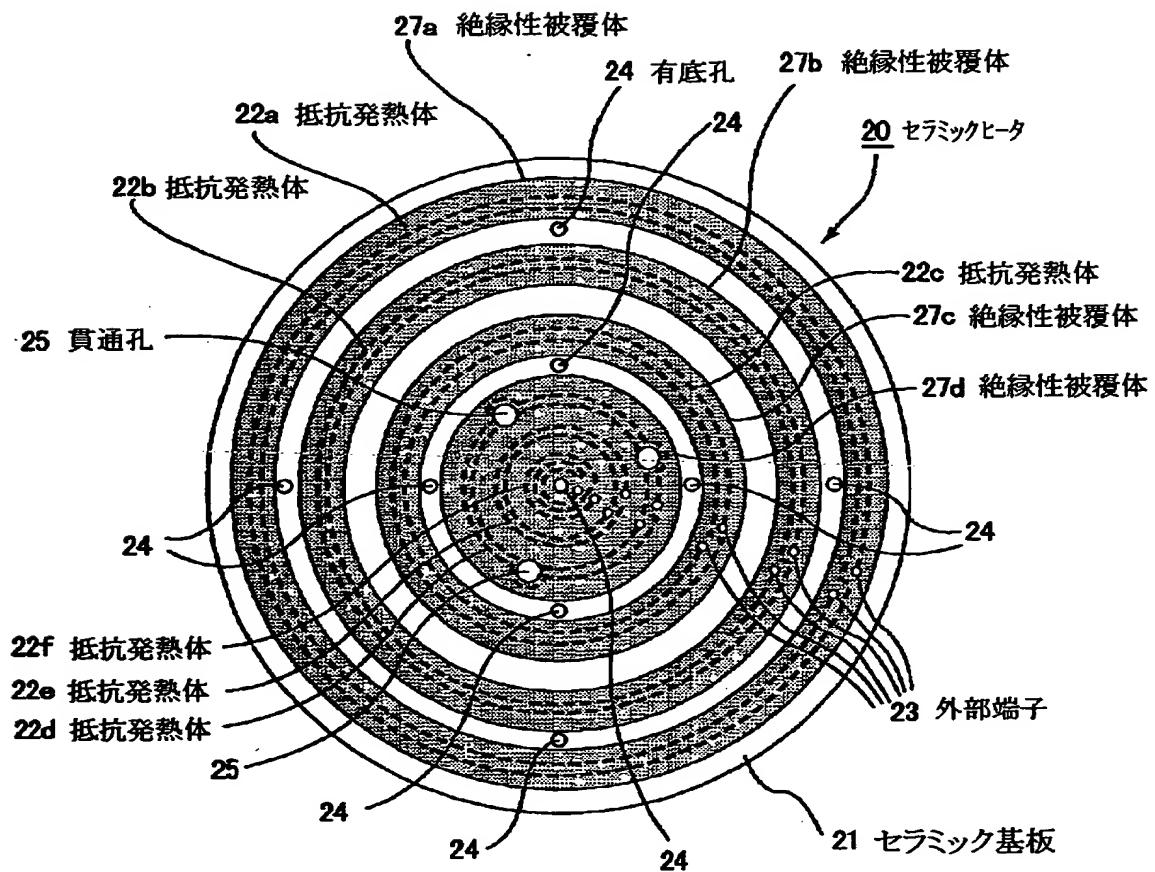
【図1】



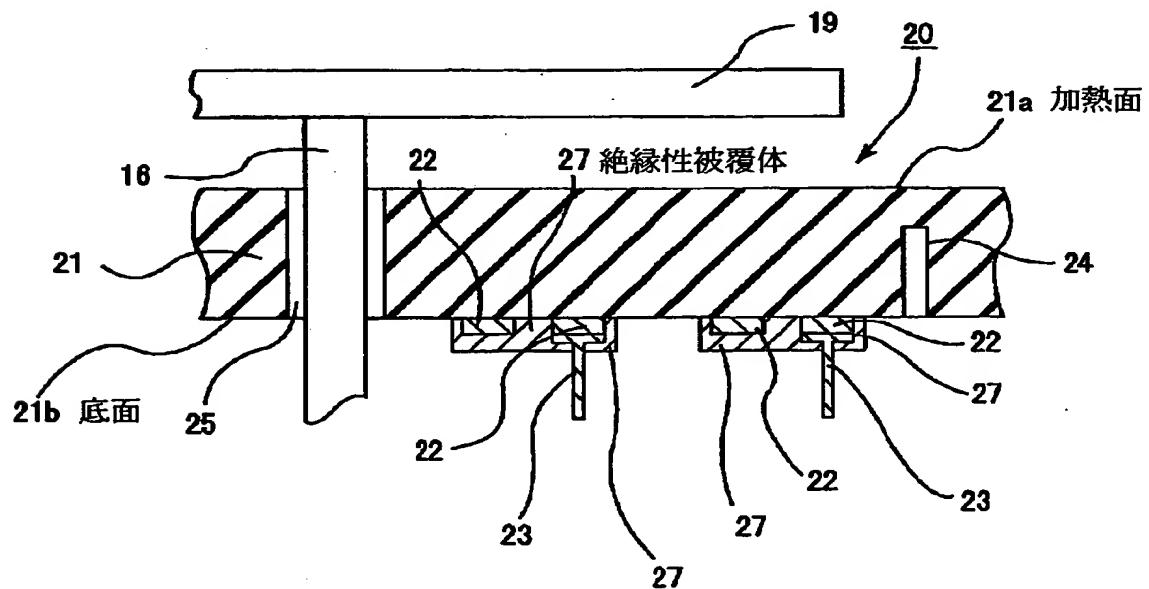
【図2】



【図3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 セラミック基板をヒータの基材とし、温度制御性が良いとともに、耐酸化性等の耐久性の優れた、抵抗発熱体を備えたセラミックヒータを提供すること。

【解決手段】 セラミック基板上に、1または2以上の回路からなる抵抗発熱体が配設され、該抵抗発熱体に絶縁性被覆体が設けられてなることを特徴とするセラミックヒータ。

【選択図】 図2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-029281
受付番号	50000134340
書類名	特許願
担当官	第四担当上席 0093
作成日	平成12年 2月10日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成12年 2月 7日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000000158]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住所 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地  
氏名 イビデン株式会社